SEÇÃO DE ENSINO BÁSICO (SE/1)
QUÍMICA EXPERIMENTAL II

ENGENHARIA VERDE APLICADA NA QUÍMICA: USO DO DIÓXIDO DE CARBONO SUPERCRÍTICO COMO SOLVENTE DE EXTRAÇÃO

ALICE AMORIM

Rio de Janeiro - 01 de agosto de 2026

1 Introdução

A química verde surge para o concílio entre as atuais demandas do mercado tecnossocial e as necessidades de preservação ambiental e de integração de novos projetos sustentáveis. Assim, incentiva-se o surgimento de ideias que reduzam os impactos da indústria química no meio ambiente, apoiando-se em 12 princípios fundamentais dessa abordagem.

Na Engenharia Química, a utilização de solventes orgânicos (como hexano, diclorometano, benzeno e acetona) nos processos de extração — como extração de óleos essenciais, descafeinização do café, extração de compostos bioativos ou fármacos — promove contaminação ambiental durante uso, estocagem ou descarte. Diversos desses compostos são considerados carcinogênicos, poluentes atmosféricos, inflamáveis e ecotóxicos.

Ao evocar o "Princípio 5: Solventes e auxiliares mais seguros", é possível substituir os solventes orgânicos para extração por dióxido de carbono (CO_2) supercrítico, considerado fácil de controlar, inerte, não nocivo à vida e econômico.

2 Fundamentação teórica

> Um fluido denso que existe acima da temperatura e pressão crítica é chamado de fluido supercrítico. Ele pode ser tão denso que, embora formalmente seja um gás, tem a densidade de uma fase líquida e pode agir como solvente de líquidos e sólidos. (ATKINS; JONES, 2012)

Para chegar no estágio de fluido supercrítico, o CO_2 é comprimido e aquecido (a uma temperatura e a uma pressão mínimas de 31°C e 73,8 bar), sendo posto para atravessar o material de interesse na extração, promovendo a solubilização do composto desejado. Pela posterior descompressão, o CO_2 retorna ao estado gasoso, separando-se da amostra que foi extraída.

Além disso, apesar de ser um solvente apolar, o CO_2 possui momento quadrupolar e ligação polar C=O, permitindo que solubilize compostos que contenham flúor, grupos hidroxila e carbonila.

O fato do dióxido de carbono ser facilmente removido no processo de despressurização, permite uma melhor difusão dos reagentes pelas estruturas porosas, um aumento da área superficial, uma distribuição mais homogênea e menos aglomeração dos produtos formados, comparando com os compostos formados pelo uso de solventes orgânicos.

3 Desenvolvimento

O fluido supercrítico de CO_2 revela-se uma alternativa mais segura ecologicamente e mais econômica para a indústria química.

3.1 Impactos ambientais do uso de solventes orgânicos

Esses materiais apresentam dificuldade de manipulação e de descarte, o que é considerado arriscado pela alta toxicidade desses compostos. A remoção do solvente do produto extraído exige processos térmicos como a destilação. Além do elevado consumo energético, a exposição a altas temperaturas pode causar a degradação térmica de compostos bioativos ou termolábeis. Além disso, os resíduos orgânicos devem ser incinerados a altíssimos níveis de temperatura com possibilidade de escape de gases tóxicos (como HCl) por sua alta volatilidade, facilitando a contaminação ambiental.

Dos principais solventes manipulados, o benzeno é um carcinogênico humano comprovado, o diclorometano apresenta riscos de neurotoxicidade e o heptano possui altíssima inflamabilidade.

3.2 CO_2 supercrítico como solvente verde

O dióxido de carbono é um composto seguro — não inflamável, não explosivo, atóxico e quimicamente inerte na maioria das condições de operação — e de fácil manipulação em comparação aos solventes orgânicos.

O processo de separação ocorre por despressurização, fornecendo um extrato 100% puro e livre de resíduos. A baixa temperatura crítica evita a degradação térmica de compostos termolábeis, garantindo eficiência na extração de óleos essenciais, fármacos e alimentos. Além disso, é possível reciclar o CO_2 liberado na etapa de separação, ao compressá-lo e circulá-lo novamente no processo, eliminando a geração de efluentes líquidos nocivos à saúde ambiental.

4 Referências

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CO2 supercrítico: extração, limpeza e eficiência. Thermal Engineering, [s. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.thermal-engineering.org/pt-br/co2-supercritico-extracao-limpeza-e-eficiencia/. Acesso em: 2 ago. 2026.

DIÓXIDO de carbono: extração com fluidos supercríticos e suas utilidades. Thermal Engineering, [s. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.thermal-engineering.org/pt-br/dioxido-de-carbono-extracao-com-fluidos-supercriticos-e-suas-utilidades/. Acesso em: 2 ago. 2026.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA (SPQ). Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, [s. d.]. Disponível em: https://www.spq.pt/magazines/BSPQuimica/695/article/30002368/pdf. Acesso em: 2 ago. 2026.